

WESLEI ALMEIDA SANTOS

**MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO DOS REMANESCENTES
FLORESTAIS DE CAATINGA DO ESTADO DE SERGIPE
ATRAVÉS DE IMAGENS RAPIDEYE**

**SÃO CRISTÓVÃO- SE
2017**

WESLEI ALMEIDA SANTOS

**MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DE
CAATINGA DO ESTADO DE SERGIPE ATRAVÉS DE IMAGENS RAPDIEYE**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade Federal de Sergipe, como parte dos
requisitos exigidos para obtenção da graduação.

SÃO CRISTÓVÃO- SE
2017

Dedico este trabalho ao que tenho de mais precioso, a minha família: meus pais, José Ubirajara e Marlene de Almeida, aos meus irmãos Domingos e Jusimar à minha noiva Dryele, as minhas cunhadas Ane e Erica, as minhas avós Arlinda e Joana, a meu orientador André e aos meus amigos que participaram dessa batalha da vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção do dia-dia, pela orientação e sabedoria, me erguendo e me fazendo seguir em frente.

A toda minha família, pelo apoio e incentivo em todos esses dias de luta.

Ao meu orientador, pela oportunidade, por acreditar que sou capaz, pelo respeito, confiança e paciência.

Aos meus amigos de campo e batalha.

A Universidade Federal de Sergipe pela oportunidade de estudo e a COPEs e CNPq, pelas bolsas concedidas.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Processos de exploração dos recursos florestais	3
2.3 Sensoriamento Remoto	6
2.4 Ecologia da paisagem.....	7
3. METODOLOGIA	8
3.1 Área de estudo.....	8
3.2 Fluxograma metodológico.....	9
3.3 Mapeamento dos fragmentos florestais	10
3.4 Análise dos remanescentes.....	12
3.5 Métricas da paisagem.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Mapa do desmatamento do Bioma Caatinga até o ano de 2008 (Adaptado de Brasil, 2011)	5
FIGURA 2- Localização da área de estudo, com destaque para os municípios (A) e as bacias hidrográficas (B) inseridas na região semiárida	9
FIGURA 3- Procedimento metodológico para mapeamento e diagnóstico dos remanescentes florestais de Caatinga	10
FIGURA 4- Execução do mapeamento dos fragmentos florestais do Bioma Caatinga	11
FIGURA 5- Distribuição dos fragmentos de floresta nos municípios da região semiárida sergipana	14
FIGURA 6- Classes de vegetação nativa de caatinga inserida nos municípios (A) e nas bacias hidrográficas sergipanas.	17
FIGURA 7- Distribuição dos fragmentos de floresta nas bacias hidrográficas do semiárido sergipano	19
FIGURA 8- Representação gráfica das classes de área (hectare) de fragmentos distribuída na região semiárida	21
FIGURA 9- Classes de IC e a relação da declividade com os fragmentos e seus formatos geométricos	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Quantidade de imagens utilizadas para o mapeamento, com respectivos meses e anos	10
TABELA 2- Área dos municípios inseridos no bioma caatinga e os respectivos valores de remanescente florestais mapeados no estado de Sergipe.....	16
TABELA 3- Valores de vegetação nativa de caatinga que se inserem nas bacias hidrográficas do semiárido sergipano	20
TABELA 4- Número de fragmentos por classe de área em hectare	21
TABELA 5- Números de fragmentos para cada classe de Índice de Circularidade (IC) ..	22

RESUMO

A vegetação de Caatinga da região semiárida sergipana apresenta uma flora endêmica própria dos climas semiáridos e áridos, com plantas espinhosas e decíduais. No entanto, esta vegetação vem passando por um intenso processo de desmatamento e degradação proveniente de ações antrópicas. Este trabalho teve como objetivo mapear e realizar o diagnóstico, ao nível de paisagem, dos remanescentes florestais do Bioma Caatinga presentes no semiárido sergipano. O mapeamento ocorreu de forma manual, com auxílio de um sistema de informação geográfica (SIG), através da interpretação de cenas de imagens do satélite RapdiEye com resolução espacial de cinco metros registradas entre os anos de 2011 e 2015. O nível atual de remanescentes florestais e a análise de ecologia da paisagem sobre os mesmos foram realizados ao nível de município e de bacia hidrográfica. As métricas da paisagem analisadas foram: o número de fragmentos, área, forma e o índice de nicho. Foram mapeados aproximadamente 3146,37 km² de Caatinga o equivalente a 31,10% do semiárido sergipano, e 26519 fragmentos florestais, sendo que 74,02% se encontram em formato geométrico adequado para sua conservação, 25% se aproximam do formato ideal, e 25,98% em condições de degradação. Os remanescentes florestais localizados nos locais mais declivosos são os de maiores áreas e com as melhores métricas de ecologia da paisagem. A vegetação de Caatinga remanescente no Estado de Sergipe se encontra em um alto nível de fragmentação, com a maioria das manchas de vegetação isoladas e de área reduzida, localizadas em locais mais declivosos da região semiárida.

PALAVRAS CHAVE: Geoprocessamento, floresta tropical seca, SIG, ecologia da paisagem.

1. INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade existente no Bioma da Caatinga é um desafio e deve ser priorizada. A velocidade das perturbações neste ecossistema e a exploração dos seus recursos naturais são maiores do que a criação e implementação de medidas que efetivamente protejam as espécies e suas populações da extinção ou do empobrecimento genético e ecológico (Silva, 2011).

A região semiárida sergipana (ocupada originalmente pelo Bioma Caatinga) possui uma área de 10.117,12 km² e vem passando por um acelerado processo de desmatamento e degradação florestal, não se conhecendo, portanto, o nível de fragmentação florestal que a região se encontra. Tal condição é decorrência de adoções de práticas agrícolas inadequadas, pastoreio excessivo e retirada de madeira para produção de lenha (Fernandes et al., 2015). O que resulta no desaparecimento de muitas espécies animais e vegetais. Essas práticas limitariam à capacidade dos recursos locais para a manutenção das atividades produtivas e garantia de serviços ambientais (Sergipe, 2012). No entanto, o conhecimento do nível atual de fragmentação em que o Bioma Caatinga presente no Estado de Sergipe se encontra é de fundamental importância para que órgãos ambientais responsáveis possam definir diretrizes e assim implementar medidas para atenuar este processo.

Atualmente, estudos de mapeamento de remanescentes florestais a partir de dados de satélite e técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) vêm se mostrando como uma promissora ferramenta para diagnosticar a condição atual que os Biomas brasileiros se encontram (Silva et al., 2011; Santos et al., 2017; Fernandes et al., 2015). Tal fato está associado com o avanço das geotecnologias, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), associados às técnicas de SR.

A análise dos padrões da fragmentação florestal pode ser feita através das métricas da paisagem, consideradas como base para análises que visam quantificar a estrutura da paisagem, pois fornecem suporte científico para evidenciar a quantidade e qualidade das manchas com base na Ecologia da Paisagem considerando principalmente o tamanho do

fragmento, a área, a forma e o grau de isolamento dos fragmentos (Silva e Souza, 2014). David et al. (2017), realizaram diagnóstico do estado de conservação de parte da floresta atlântica brasileira, analisando três métricas, sendo elas: área do fragmento, dimensão e índice de borda. Os resultados demonstraram que os fragmentos conservados são os mais escassos.

Atualmente, os SIGs possibilitam estimar estes índices espaciais. Esse tipo de análise pode permitir a realização de estudos da paisagem relacionados à biodiversidade, os quais não seriam possíveis de serem realizados somente em campo (Souza et al., 2014; Gouveia et al., 2015). Assim, os estudos de investigação sobre a cobertura florestal, do uso da terra, sua dinâmica e seus impactos aumentaram significativamente nas últimas décadas (Silva et al., 2014; Silva et al., 2013; Cunha et al., 2012).

A utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial (pixel < 10 metros) vem sendo alvo de diversos estudos que visam a análise e informações sobre a superfície terrestre. O surgimento dos sensores RapidEye por exemplo, com resolução espacial de cinco metros, passou a permitir uma melhor identificação, interpretação, e consequentemente uma melhor análise do uso e ocupação do solo de uma determinada região. Estudos recentes como o de Carvalho et al. (2015), que avaliaram o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Jacaré-SE, utilizando sensores do satélite RapidEye, conseguiram constatar predominância de agropecuária (30,7%) onde deveria prevalecer cobertura vegetal do Bioma Caatinga. Diversos outros trabalhos (Dias et al., 2013; Guimarães et al., 2016) também revelam a importância do monitoramento nestas áreas do território brasileiro. Santos et al. (2017), utilizando imagens do satélite RapidEye, identificaram conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (APPs) na bacia do rio Piauitinga, Sergipe. Locais onde deveria existir vegetação nativa estavam ocupadas por culturas agrícolas.

De acordo com o exposto acima, o objetivo principal deste trabalho é mapear e realizar o diagnóstico, ao nível de paisagem, dos remanescentes florestais de vegetação do Bioma Caatinga presente no semiárido sergipano, a partir de imagens do satélite RapidEye com alta resolução espacial (5 m).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processos de exploração dos recursos florestais

No cenário brasileiro, observa-se de maneira geral, o sistema de produção e consumo descontrolado como sendo precursor do processo de degradação ambiental. O crescimento populacional vem promovendo constantes mudanças na superfície terrestre, o problema que isso vem ocorrendo de maneira acelerada e em desrespeito às leis ambientais vigentes (Santos et al., 2017).

No Bioma Caatinga, esta situação não é diferente, pois vem sendo sistematicamente devastado há muitos séculos pela ação antrópica, o exemplo da pecuária extensiva, agricultura nas partes mais úmidas, retirada de lenha e madeira e outros fins de menor interesse socioeconômico (Araujo et al., 2010).

O homem impõe sobre os recursos naturais atividades de impactos elevados, que muitas das vezes se tornam processos irreversíveis, como por exemplo, a perda da biodiversidade no Bioma Caatinga, onde-se o mesmo impacto que vem gerando elevado processo de desmatamento e degradação.

Araújo et al. (2012), estudando espacialmente a cobertura florestal das Áreas de Preservação Permanente (APP) do Rio Mossoró, no Rio Grande do Norte, conseguiram constatar, em toda a área a quase inexistência da vegetação nativa. Silva et al. (2009), analisando a dinâmica espaço-temporal da vegetação no semiárido de Pernambuco, verificaram que a vegetação da Caatinga da região diminuiu, mostrando que as áreas analisadas encontram-se em processo de perda da vegetação que pode levar ao processo de desertificação. Fernandes et al. (2015), estudando o uso e cobertura da terra na região semiárida de Sergipe, conseguiram constatar mudanças significativas na região. Neste estudo, os autores observaram um aumento do desmatamento da vegetação nativa em mais de 26% ao longo de duas décadas, além da redução da regeneração natural.

2.2 Bioma Caatinga

A caatinga ocupa uma área de aproximadamente 844.453 km² do território brasileiro, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (MMA, 2017).

O Clima nessa região é quente, com baixa pluviosidade, entre 250 e 800 mm anuais e com temperatura média entre 24 a 26 °C (Maia, 2004). Rico em biodiversidade, o bioma abriga mais de 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas (MMA, 2017). Nessas regiões, a formação vegetal apresenta características bem definidas, como resistência à seca (Xerófilas). Nos períodos de estiagem, uma das estratégias da vegetação é perder as folhas (espécies caducifólias) para reduzir o consumo de água, característica que originou o seu nome, Caatinga, que significa “Mata Branca”. A vegetação arbórea dessa região apresenta características como; alta densidade de indivíduos, altura das árvores que varia entre 3 a 6 metros, regeneração por rebrota, período curto de crescimento e rápida resposta às chuvas (Alvarez et al., 2012).

Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região, a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver (MMA, 2017). A atividade humana é condicionada pela disponibilidade de produtos como; lenha e carvão vegetal, estacas, materiais para construção, além de outros produtos florestais não madeireiros como frutos, fibras medicinais, mel, entre outros (MMA, 2008). Lemos (2000) abordou em seu trabalho uma forte correlação entre níveis de pobreza e degradação ambiental na região semiárida do nordeste brasileiro. Da mesma forma, Araujo et al. (2014), descrevem em seu trabalho que a pobreza no Semiárido brasileiro tem forte relação com a desertificação, este fato se dá devido à falta de manejo adequado do solo. Estudos realizados por Souza et al. (2015), comprovam que o desmatamento elevado no Bioma Caatinga é responsável por gerar processos de desertificação em diversas áreas. Tal fato afeta diretamente a biota, o microclima e os solos de diversas regiões.

Segundo dados do Ibama, entre os anos 2002 e 2008 foram desmatados no Bioma Caatinga 16.942 km² (Figura 1). A cobertura vegetal original era de 460.063km² e foi reduzida a 443.121km², que equivalem a 2% da superfície total do bioma. Em Sergipe, o

desmatamento teve um valor acumulado até 2008 de 6.840 km² (Brasil, 2011). De acordo com Santos et al. (2009), grande parte dos estabelecimentos comerciais de Aracaju-SE consomem lenha proveniente do Bioma Caatinga. Partes dos estabelecimentos optaram pela utilização da lenha nativa, devido à facilidade de aquisição, uma vez que o custo era baixo, cerca de R\$30 o estéreo de madeira.

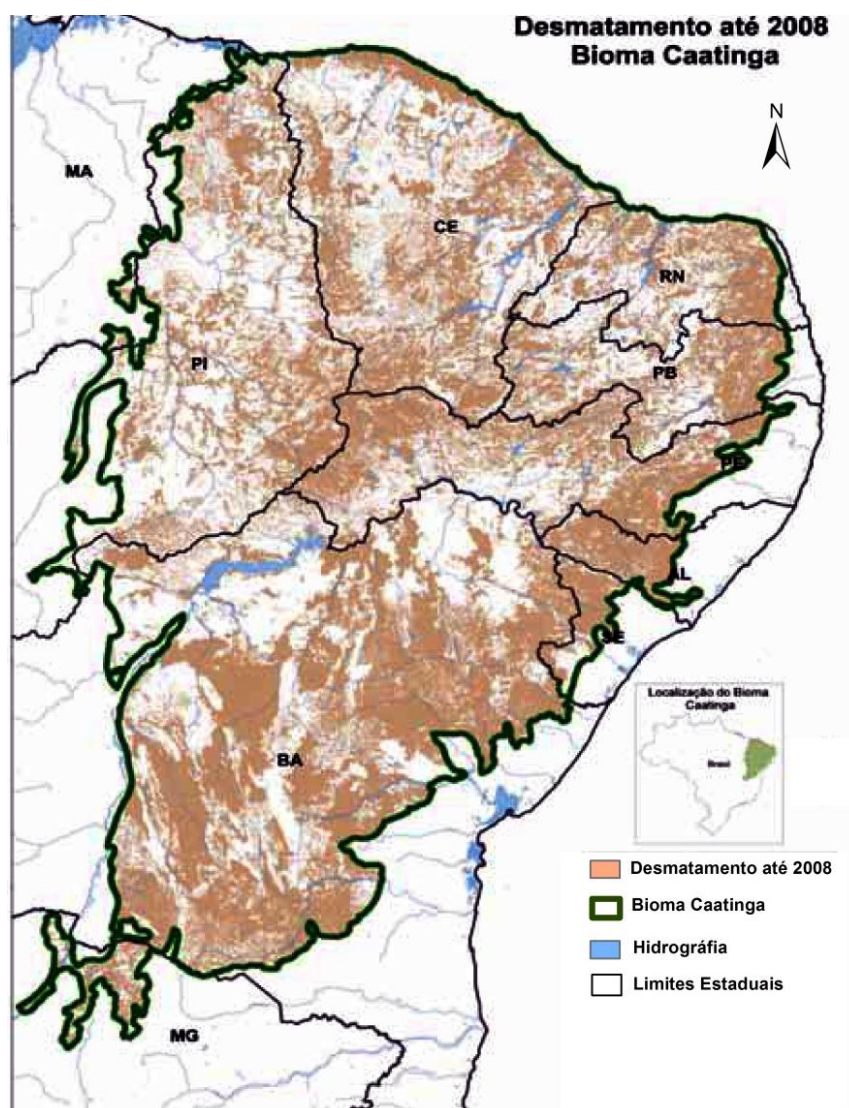


FIGURA 1- Mapa do desmatamento do Bioma Caatinga até o ano de 2008 (Adaptado de Brasil, 2011)

A rede de Manejo Florestal da Caatinga, com apoio do MMA, vem trazendo algumas alternativas de conservação da biodiversidade em regiões de caatinga. Uma das

possibilidades é o Manejo Florestal Comunitário e Familiar, que surge com a ideia de apoiar e incentivar a geração de empregos e renda de agricultores familiares, através da comercialização de madeira sustentável e legal. Na chapada do Araripe, que abrange os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, iniciou-se o projeto (RMFC, 2017).

2.3 Sensoriamento Remoto

No decorrer das ultimas décadas, a superfície terrestre passou a ser vista por sensores imageadores. Isto favoreceu a obtenção de imagens periódicas que possibilitam o monitoramento constante do meio ambiente em uma escala global, regional e local, com destaque para a série do Satélite Landsat, que registra imagens de todo o globo desde a década de 70, com 30 metros de resolução espacial. Recentemente, a resolução espacial de muitas imagens já é menor que um metro, o que facilita sua aplicação em estudos com monitoramento ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, entre outras (Menezes et al., 2012). Neste aspecto se destaca o satélite RapidEye, com resolução de cinco metros.

De acordo com Fitz (2008), o sensoriamento remoto se utiliza de sensores para a captação de registros à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre. Essa aquisição de informações é possível devido ao registro e estudo das alterações da interação entre a radiação eletromagnética (REM) com os alvos para cada parte do espectro eletromagnético, sendo também necessário conhecer os alvos estudados. Para a obtenção de tais informações necessita-se de três elementos básicos: energia radiante, objeto de visada e sistema de imageamento óptico detector.

Segundo Crósta (1992), o processamento de imagens de sensoriamento remoto trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar informações de interesse para determinados fins.

O sensoriamento remoto, junto com as tecnologias empregadas nos Sistema de Informações Geográficas (SIG) torna-se fundamental na geração de informação a cerca dos recursos naturais, uma vez que a utilização do SIGs vem crescendo rapidamente em todo

mundo, possibilitando um melhor gerenciamento de informações e consequente melhoria nos processos de tomada de decisões em áreas de grande complexidade.

Um dos meios mais aceitos para se quantificar a dimensão do problema do desmatamento provém da análise de imagens de satélite. Com metodologia e periodicidade adequadas, o monitoramento da cobertura vegetal sistemático é capaz de indicar o avanço das atividades humanas sobre o meio natural (Brasil, 2011). O grupo de Geoprocessamento do Centro Regional do Nordeste (CRN), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em Natal (RN), vêm realizando o monitoramento da Caatinga através do satélite Landsat-8, utilizando cenas de imagens dos anos de 2013/2014. Já foram mapeados 9,15% do total da Caatinga. Até o momento, o resultado revela 40% de caatinga preservada e 45% de Caatinga degradada, além de ser encontrado no mapeamento, solo exposto e lavouras (INPE, 2017).

2.4 Ecologia da paisagem

De acordo com Metzger (2001), a ecologia da paisagem se propõe a lidar com mosaicos antropizados, na escala na qual o homem está modificando o seu ambiente, buscando responder aos principais problemas ambientais, tanto relacionado à fragmentação de habitats quanto ao uso inadequado dos solos e da água. A busca de conhecimento ecológico sobre os fragmentos florestais de uma área permite aplicar a gestão ambiental correta quanto ao manejo florestal, este podendo ser estudado pela Ecologia da Paisagem, através da cartografia de uso e cobertura das terras. Dessa forma, a avaliação da paisagem torna-se importante para diagnosticar os problemas atuais, estimar influências futuras e apontar as mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural (Calegari et al., 2010).

As mudanças ocorridas em uma paisagem podem ser estudadas pelos métodos da ecologia da paisagem, por meio da avaliação de índices ou métricas para caracterização quantitativa, permitindo também comparar paisagens, identificar diferenças e determinar relações entre os processos funcionais e os padrões dessas paisagens (Cabacinha et al., 2010).

A utilização dos SIGs em conjunto com imagens de satélite de alta resolução dão subsídios aos estudos de Ecologia da Paisagem, pois permite a identificação de fragmentos florestais e se os mesmos estão susceptíveis a ações de degradação, além de possibilitar a identificação dos diversos tipos de uso do solo e se esses estão em conflito com as leis ambientais vigentes. Fernandes et al. (2017), utilizaram ferramentas SIGs e imagens do satélite RapdiEye para quantificar o uso da terra e as métricas da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, SE. Os resultados demonstram a importância do SIG e o Sensoriamento Remoto nos estudos que envolvem ecologia da paisagem.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado na região semiárida de Sergipe, com uma área aproximada de 10.116,97 km² (Figura 2), localizada entre as coordenadas 9°31'11'' S e 11°18'36''S, e 36° 39'10''W e 38°13'13''W. A altitude varia entre 25 e 750 metros aproximadamente (IBGE, 2008), fazendo fronteira com os Estados da Bahia (Sul e Oeste) e de Alagoas (Norte).

Se enquadra no semiárido sergipano cerca de 30 municípios, e parte de seis bacias hidrográficas principais (Figura 2). Tendo em destaque, parte das bacias hidrográficas do rio São Francisco e do rio Sergipe, responsáveis pelo abastecimento humano de grande parte da região metropolitana de Aracaju, capital do estado.

O clima na região é Semiárido do tipo “BSh” segundo a classificação de Köppen, com baixa incidência pluviométrica que varia entre 250 e 900 mm ano⁻¹ (Alves, 2007). Apresenta duas estações distintas durante o ano: a estação chuvosa ou inverno, que dura de 3 a 5 meses (março a julho) e apresenta chuvas irregulares e de pouca duração; e a estação seca ou verão, que pode durar de 7 a 9 meses (agosto a fevereiro) e quase não apresenta precipitação (Maia, 2004). As temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, entre 26 °C a 29 °C aproximadamente (Alves, 2007).

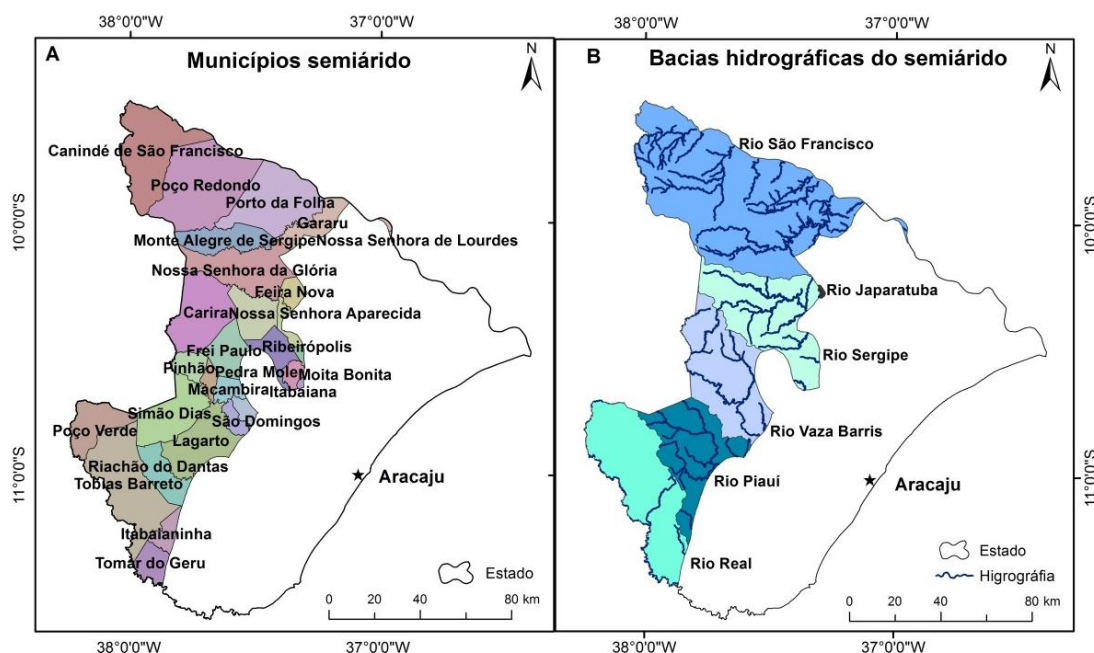


FIGURA 2- Localização da área de estudo, com destaque para os municípios (A) e as bacias hidrográficas (B) inseridas na região semiárida

A vegetação da caatinga é composta por plantas xerófilas, ou seja, adaptadas a região semiárida. Na maioria das vezes perdem suas folhas no período seco (espécies caducifólias) e recuperam no período de chuva.

3.2 Fluxograma metodológico

O fluxograma apresentado na Figura 3 sintetiza todas as etapas realizadas neste trabalho, desde o levantamento da base de dados, com as imagens RapidEye e os limites da área de estudo, até as métricas de ecologia da paisagem. A seguir, são descritas detalhadamente todas as fases para execução do estudo.

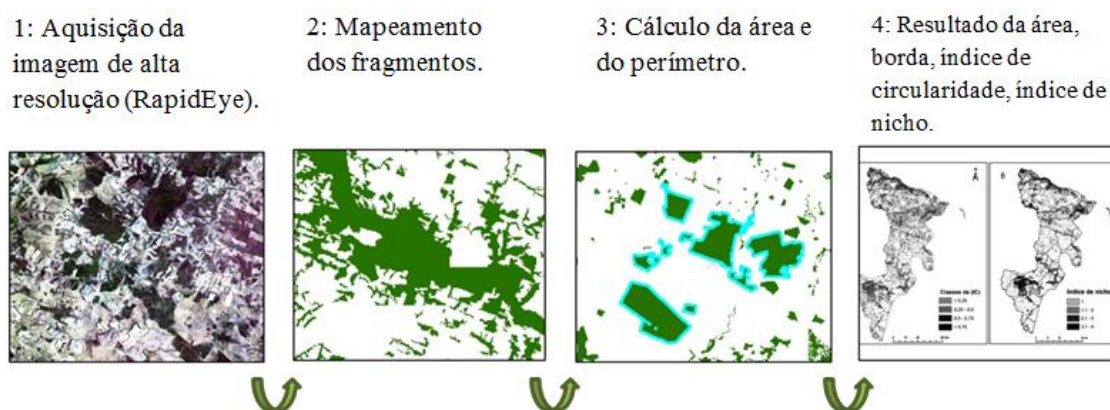


FIGURA 3- Procedimento metodológico para mapeamento e diagnóstico dos remanescentes florestais de Caatinga

3.3 Mapeamento dos fragmentos florestais

Foram utilizadas imagens do satélite RapidEye com cenas que variam do ano de 2011 a 2015 (Tabela 1). As imagens foram disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), no site “<http://geocatalogo.ibama.gov.br/index.jsp>”. O nível de processamento das imagens é do tipo 3A, com resolução espacial de 5 m, 16 bits, ortorretificado e com correção atmosférica.

TABELA 1- Quantidade de imagens utilizadas para o mapeamento, com respectivos meses e anos

Mês	Ano					Numero de imagens
	2011	2012	2013	2014	2015	-
Janeiro			04	01	01	06
Fevereiro						00
Março					01	01
Abril			03			03
Maio						00
Junho	01					01
Julho						00
Agosto						00
Setembro		02	01	02		05
Outubro			02	01		03
Novembro		05		01		06
Dezembro		05				05
Total	01	12	10	05	02	30

Todas as imagens estão projetadas sobre o sistema de coordenadas UTM, zona 24 S, Datum WGS 84. Foram utilizadas cinco bandas espectrais: b1 - 0,4 a 0,51 μm (azul); b2 - 0,52 a 0,59 μm (verde); b3 - 0,63 a 0,685 μm (vermelha); b4 - 0,69 a 0,73 μm (*Red-Edge*); e, b5 - 0,76 a 0,85 μm (infravermelho próximo).

O mapeamento dos remanescentes de floresta foi realizado de forma manual via tela do computador com auxílio de um SIG (Figura 4). As imagens foram trabalhadas na escala de 1:24.000, dentro das determinações estabelecidas pelas noções básicas de cartografia disponível pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no site “http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html”. Foram utilizadas como elementos de interpretação visual das imagens, a tonalidade das bandas, formas, texturas e porte. No primeiro instante foi criado um arquivo com tipo de recurso polígono, em seguida foi anexada à devida referência espacial. Ao analisar a imagem, foram demarcadas com polígonos as áreas de vegetação nativa de Caatinga.

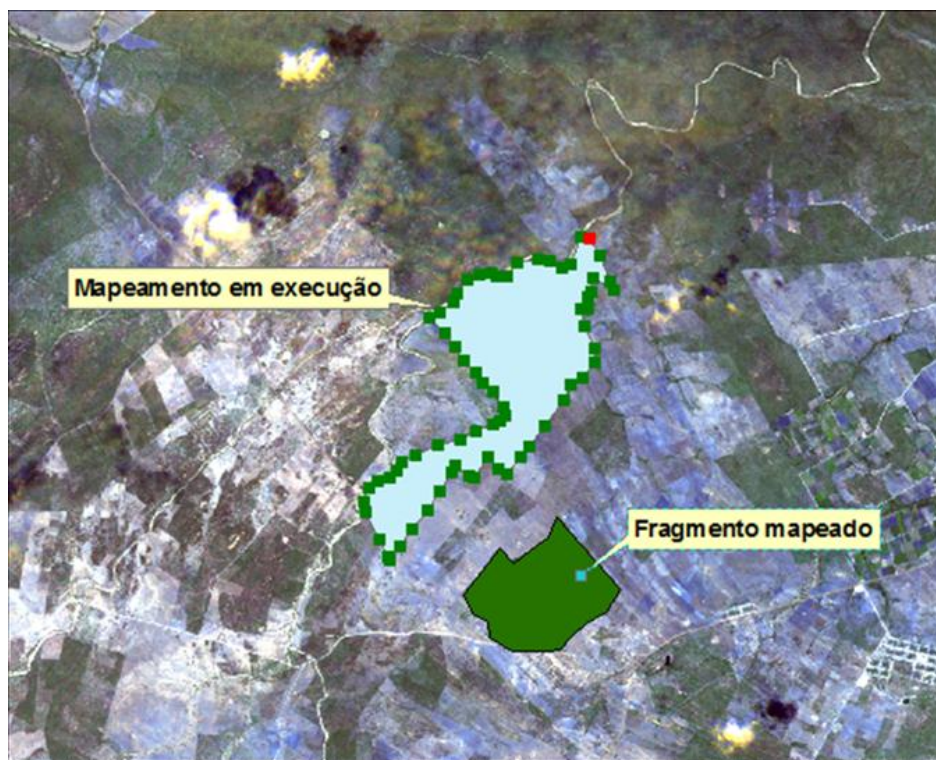


FIGURA 4- Execução do mapeamento dos fragmentos florestais do Bioma Caatinga

3.4 Análise dos remanescentes

A análise da distribuição espacial e da área (km² e %) remanescente dos fragmentos de Caatinga se procedeu ao nível de município e de bacias hidrográficas. Para tal objetivo, tornou-se necessário obter base de dados dos municípios, biomas e das bacias hidrográficas sergipanas. Esses dados são disponibilizados pelo IBGE na escala de 1:100.000 . Após o mapeamento dos remanescentes de vegetação nativa, realizou-se o cruzamento entre os dados, obtendo deste modo os valores de caatinga a nível municipal e de bacias hidrográficas que se inserem no semiárido sergipano.

3.5 Métricas da paisagem

A avaliação do grau de conservação dos fragmentos foi realizada pela caracterização do número total de fragmentos, área e perímetro dos mesmos e pelo Índice de Circularidade (IC), obtido por meio da raiz da área (km²) de cada fragmento florestal, dividido pela área do seu referido perímetro (km), conforme Equação 1.

$$IC = \frac{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot S}}{P} \quad 1$$

em que, IC = índice de circularidade; $\pi = 3,1416$; S = área do fragmento florestal, em km²; e P = perímetro do mesmo fragmento florestal, em km.

Os valores de IC permitem avaliar a forma dos fragmentos de floresta, indicando o nível de conservação que estes se encontram. Valores do IC próximos de um, indicam fragmentos com forma circular, enquanto valores que se distanciam de um, indicam formas alongadas. O que significa dizer que quanto mais próximos de um círculo, mais preservados se encontram os fragmentos, com relação a sua forma, pois estão menos sujeitos ao efeito de borda (Viana et al., 1998).

O Índice de Nicho (IN) foi utilizado para caracterizar o relevo da região de estudo. A partir deste índice, foi possível identificar as áreas predominantes que se encontram os remanescentes florestais ao nível de paisagem. O IN foi calculado com base na metodologia apresentada por Tong et al. (2016), conforme Equação 2. Valores elevados de IN indicam áreas mais altas e/ou declivosas.

$$IN = \log\left[\left(\frac{e}{E} + 1\right) * \left(\frac{s}{S} + 1\right)\right] \quad 2$$

em que, “e”, a elevação do pixel e “E” a altitude média da região de estudo, em metros, enquanto que “s” e “S” representam o declive do pixel e a declividade média da região de estudo em porcentagem, respectivamente.

Para determinação da elevação (metros) e da declividade (%) do terreno foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Estes dados estão disponíveis no site da Agência Espacial Americana (NASA) no endereço “<http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>”. Os dados possuem resolução espacial de 90 m e escala equivalente à 1:250.00 e basicamente se constitui de uma imagem (matricial), onde cada pixel representa um valor de altitude.

Após o download, no primeiro instante as cenas de imagens do MDE foram unidas e recortadas para dentro do polígono semiárido sergipano, onde também foram obtidos os valores de declividade. Todas as atividades se procederam com o auxílio de ferramentas SIGs.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Sergipe foi mapeado aproximadamente 3146,37 km² de remanescentes florestais do bioma Caatinga, representando aproximadamente 31,1% da região semiárida. Os valores de remanescente de caatinga por município estão apresentados na Figura 5 e Tabela 2.

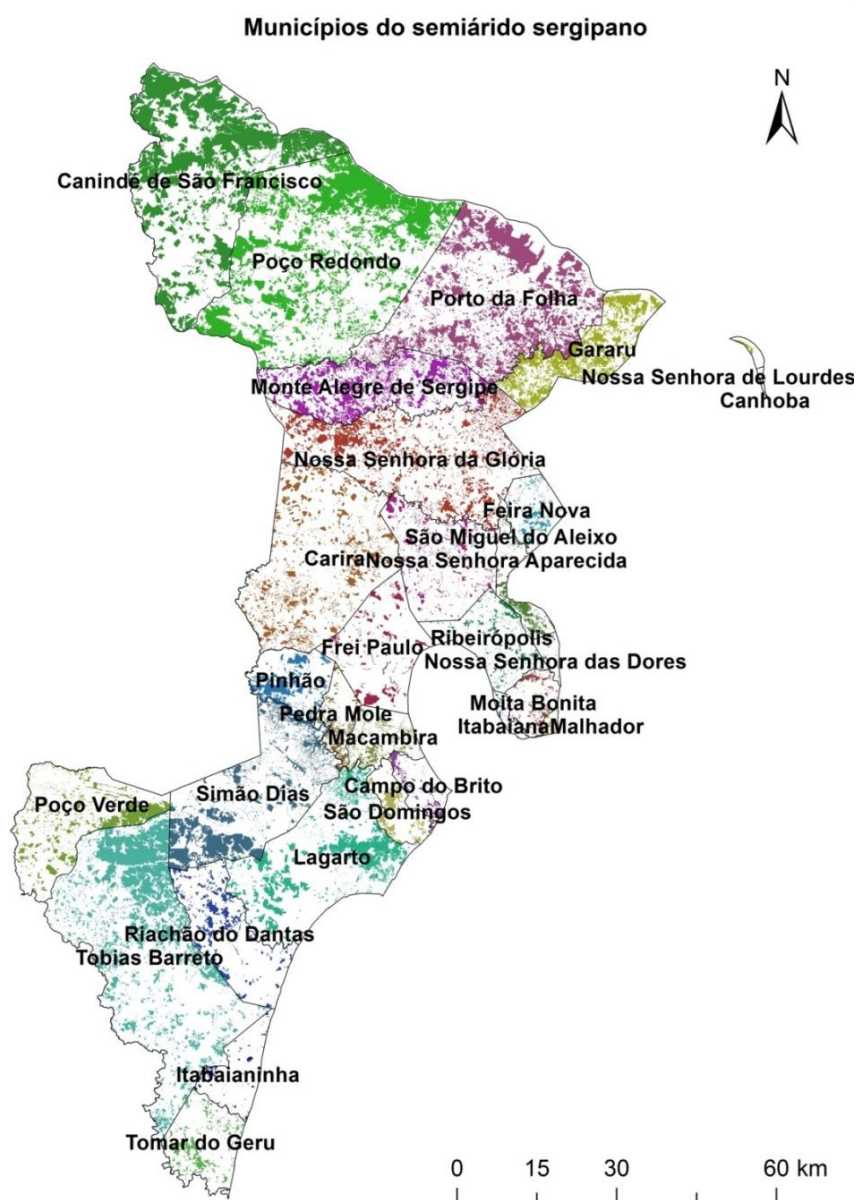


FIGURA 5- Distribuição dos fragmentos de floresta nos municípios da região semiárida sergipana

Na Figura 5, é notória a grande distribuição de fragmentos de Caatinga isolados por toda extensão da região semiárida, indicando susceptibilidade às ações de degradação, podendo deste modo resultar em grande perda de biodiversidade. Resultado semelhante foi encontrado por Fernandes et al (2015), os quais constataram em seu trabalho grande redução da cobertura florestal devido aos processos de antropização, como por exemplo, a retirada de madeira para servir de lenha. A conectividade entre os fragmentos é de fundamental importância para garantir a manutenção da biodiversidade. A aplicação de corredores ecológicos reduz a fragmentação mantendo ou restaurando a conectividade da paisagem e facilitando o fluxo genético entre as populações, uma vez que os corredores ecológicos constituem-se de faixas de vegetação responsável por ligar os fragmentos, facilitando o fluxo de animais. (MMA, 2017).

A região semiárida sergipana possui pequena parte de seu território ocupado por vegetação nativa de caatinga, o que revela ser bastante preocupante. Dos 30 municípios que se enquadram no contexto do semiárido sergipano, Tobias Barreto e Gararu são os que mais apresentam áreas de seus territórios ocupadas com remanescente de Caatinga, valores de aproximadamente 586,56 e 128,43 km², respectivamente, o que equivale a 55,40% e 46,23% , esses valores podem ser observado na tabela 2 e Figura 6.

O município de Poço Redondo possui 34,9% de seu território ocupado por vegetação nativa de caatinga e se localiza no alto sertão sergipano. Este mesmo município, juntamente com Canindé de São Francisco apresenta uma extensa área de unidade de conservação estadual (Grotta do Angico), criada através do decreto 24.922 de 21 de dezembro de 2007, às margens do Rio São Francisco (SEMARH, 2017.) e que é responsável por exercer proteção ambiental a fauna e a flora presente. O município de Canhoba apesar de possuir pequena parte de seu território inserido no semiárido, não possui fragmentos de Caatinga.

TABELA 2- Área dos municípios inseridos no bioma caatinga e os respectivos valores de remanescente florestais mapeados no estado de Sergipe

Município	Área município		Área de Caatinga	
	km ²	%	km ²	%
Campo do Brito	84,50	0,84	13,63	16,13
Canhoba	0,27	0,03	-	-
Canindé de São Francisco	933,70	9,23	429,53	46,00
Carira	707,40	6,99	107,09	15,14
Feira Nova	109,70	1,08	16,83	15,34
Frei Paulo	301,60	2,98	30,15	9,99
Gararu	277,80	2,75	128,43	46,23
Itabaiana	21,90	0,22	2,24	10,23
Itabaianinha	137,10	1,36	9,31	6,79
Lagarto	602,00	5,95	185,73	30,85
Macambira	118,20	1,17	21,12	17,87
Malhador	11,40	0,11	2,61	22,89
Moita Bonita	87,10	0,86	16,03	18,41
Monte Alegre de Sergipe	400,40	3,96	138,61	34,62
Nossa Senhora Aparecida	339,00	3,35	37,56	11,08
Nossa Senhora da Glória	709,50	7,01	193,99	27,34
Nossa Senhora das Dores	26,40	0,26	2,09	7,91
Nossa Senhora de Lourdes	3,40	0,03	0,27	7,94
Pedra Mole	84,70	0,84	19,17	22,63
Pinhão	155,50	1,54	42,87	27,57
Porto da Folha	881,20	8,71	286,01	32,46
Poço Redondo	1233,30	12,19	430,38	34,90
Poço Verde	385,30	3,81	97,16	25,22
Riachão do Dantas	308,50	3,05	54,41	17,64
Ribeirópolis	202,00	2,00	21,48	10,64
Simão Dias	555,40	5,49	181,45	32,67
São Domingos	95,90	0,95	22,19	23,14
São Miguel do Aleixo	88,20	0,87	32,18	36,48
Tobias Barreto	1058,70	10,47	586,56	55,40

Tomar do Geru	196,90	1,95	37,31	18,95
Total	10116,97	100,00	3146,37	31,10

Na figura 7, estão definidas as classes de vegetação distribuídas nos municípios e nas bacias hidrográficas do semiárido sergipano. As classes de vegetação nos municípios atingiram valores que variaram entre 0 á 55,40%. Sendo que nas bacias hidrográficas os valores de vegetação ficaram entre 1,69 á 37,02%.

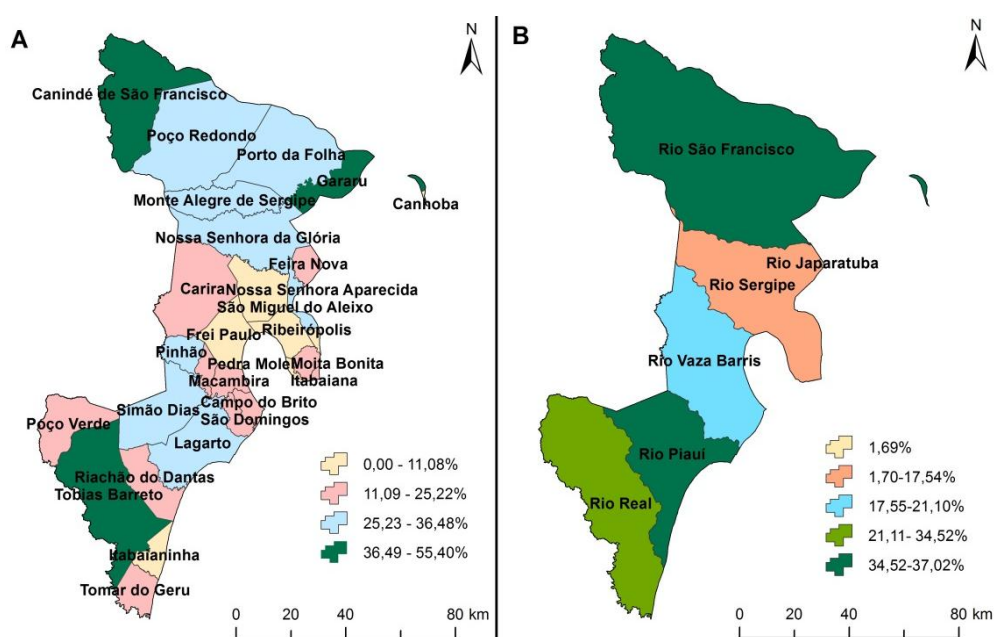


FIGURA 6- Classes de vegetação nativa de caatinga inserida nos municípios (A) e nas bacias hidrográficas sergipanas.

Os municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha e Gararu estão totalmente inseridos na bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figura 5). A retirada da vegetação nessa região pode provocar influência na qualidade da água local. Silva et al.(2013), em estudo desenvolvido na Unidade de Conservação Estadual Monumento Natural Grota do Angico, conseguiram constatar cortes de árvores nativas e o desmatamento para exploração de madeira em áreas às margens do Rio São Francisco. Ainda segundo os autores, apesar da área ser protegida por lei, ainda está suscetível às ameaças e necessita de monitoramento e do desenvolvimento de estratégias para minimizar os problemas apontados.

Dentre as bacias hidrográficas inseridas no contexto do polígono semiárido sergipano, a do rio Japaratuba foi a que teve menor representatividade, com aproximadamente 2,93 km², assumindo valor inferior a 1% da região semiárida. Nesta bacia se enquadra o município de Frei Paulo, com 10% de vegetação nativa. Devido ao acelerado processo de supressão de vegetação, essas bacias tendem a reduzir gradativamente o volume de água que abastecem os lençóis freáticos e que se destinam aos rios. De acordo com Balbinot et al (2008), as bacias hidrográficas são vulneráveis a alterações da vegetação, pois essas alterações interferem nas propriedades do solo, refletindo nas propriedades da água dos rios, ou seja, a presença ou não de vegetação pode influenciar nas características da água e no ciclo hidrológico em um manancial, o que é de fundamental importância para a sustentabilidade do ambiente.

Em estudo realizado por Rodrigues et al. (2013), na Bacia do Alto Jaguaribe, município de Iguatu, na região Centro Sul do Ceará, também região de Caatinga, foi possível observar alterações no escoamento superficial como consequência da retirada da vegetação, reduzindo a oportunidade de infiltração. Estudo de dinâmica do uso e ocupação do solo realizado por Coelho et al. (2014), conseguiu constatar na região semiárida de Pernambuco, a progressiva substituição das áreas de vegetação de caatinga aberta por áreas com pastagem e agricultura. De modo geral, os trabalhos realizados em regiões de caatinga demonstram claramente a supressão desacerbada da vegetação.

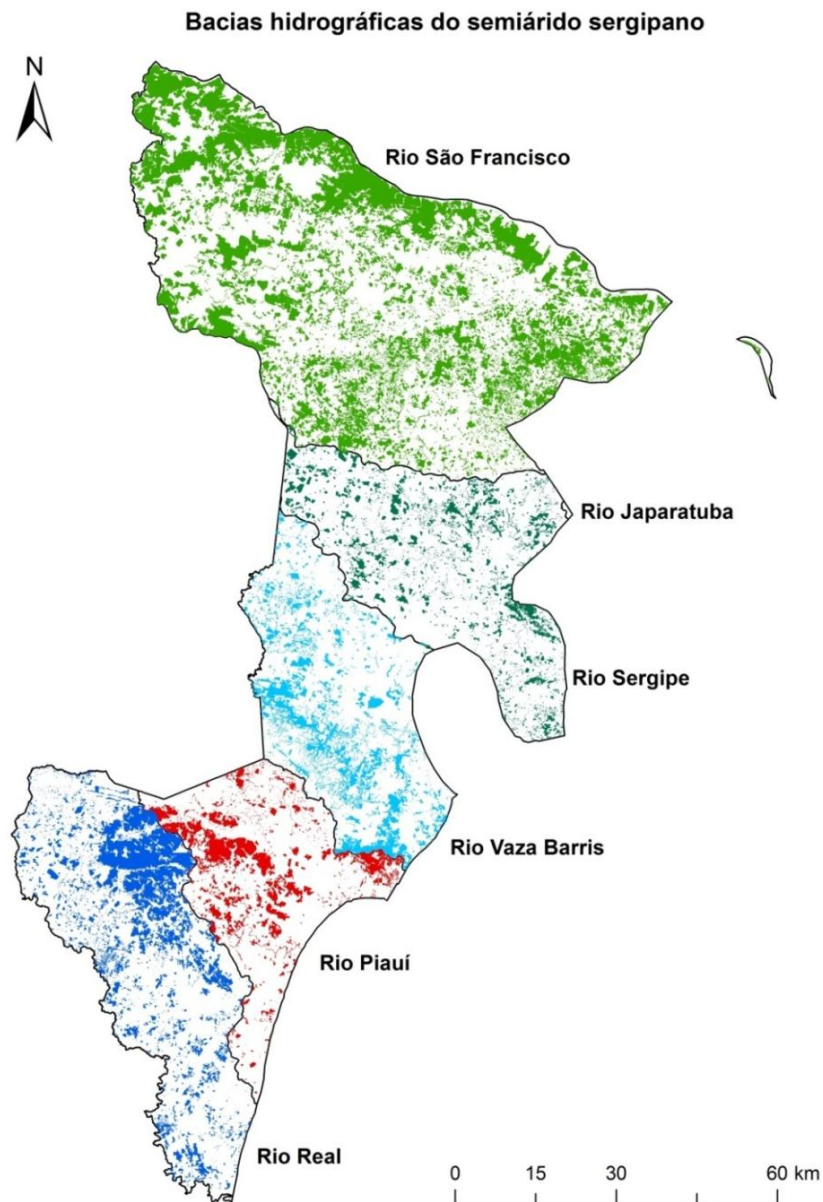


FIGURA 7- Distribuição dos fragmentos de floresta nas bacias hidrográficas do semiárido sergipano

As bacias hidrográficas do rio Sergipe e Vaza Barris dividem a região central do polígono semiárido, juntos somam uma área total de 3015,915 km², sendo que 38,64% prevalecem áreas de vegetação. Deste valor, a bacia hidrográfica do rio Sergipe possui 17,54% e Vaza Barris com 21,10% (Tabela 3).

TABELA 3- Valores de vegetação nativa de caatinga que se inserem nas bacias hidrográficas do semiárido sergipano

Bacias Hidrográficas	Área		Área de Caatinga	
	km ²	%	km ²	%
Japaratuba	2,93	0,03	0,05	1,69
Piauí	1163,61	11,50	430,80	37,02
Real	1763,36	17,43	608,68	34,52
Sergipe	1569,38	15,51	275,21	17,54
São Francisco	4171,13	41,23	1526,35	36,59
Vaza Barris	1446,57	14,30	305,29	21,10
Total	10116,97	100,00	3146,37	31,10

Os municípios de Poço Verde, Simão Dias e Tobias Barreto possuem respectivamente 25,22%, 32,67% e 55,40% de seus territórios ocupados por caatinga. Juntos abrangem a mesorregião agreste de Sergipe, e se enquadram na bacia hidrográfica do Rio Real. Nessas respectivas regiões é notória a presença de grandes fragmentos de floresta nativa de caatinga densa. Como se trata de regiões bastantes declivosas, há uma dificuldade no avanço urbano e na atividade agrícola. Diferente desta situação, podemos observar em trabalho realizado por Santos et al. (2017), na bacia hidrográfica do rio Piauitinga-SE, em que a topografia plana na cabeceira da bacia favoreceram o avanço das atividades agrícolas, revelando conflito com as nascente locais, mostrando deste modo o desrespeito as leis ambientais vigentes.

Ao total, foram mapeados cerca de 26519 fragmentos, sendo que o tamanho mínimo do fragmento mapeado foi de 0,09 ha (Tabela 4). A maior parte dos fragmentos florestais (87,41%) tem área inferior a 5 ha, e os grandes (>25 ha), constituindo apenas 3,8% do total de fragmentos presentes na região semiárida sergipana (Figura 8). Esses valores revelam que o bioma caatinga sergipano encontra-se em alto estado de fragmentação.

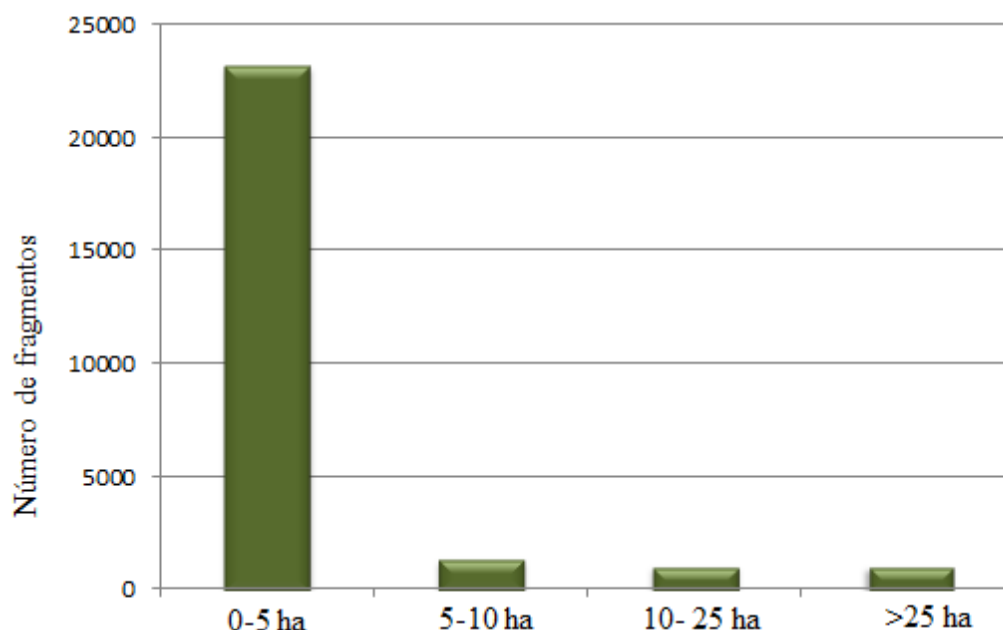


FIGURA 8- Representação gráfica das classes de área (hectare) de fragmentos distribuída na região semiárida

Segundo Viana et al. (1998), o tamanho dos fragmentos na paisagem é um importante elemento para desenvolver estratégias para a conservação da biodiversidade. Fragmentos pequenos são raros e em muitos casos podem apresentar pequenas populações de espécies ameaçadas de extinção. Por outra via, os fragmentos pequenos são insuficiente para o estabelecimento de algumas espécies de animais.

TABELA 4- Número de fragmentos por classe de área em hectare

Classes de área (ha)	Numero de fragmentos	%
0-5	23180	87,41
5-10	1317	4,97
10-25	1013	3,82
>25	1009	3,80

Na tabela 5 estão apresentadas as classes de índice de circularidade, sendo que, os valores que se aproximam de 1 representam os fragmentos que mais se assemelham com a forma ideal (tratando-se de conservação e permanência). As classes maiores que 0,75 representam os fragmentos que estão menos susceptíveis à ações de degradação, e

corresponde a cerca de 13000 fragmentos, aproximadamente 49% do numero total de fragmentos que se enquadram no semiárido sergipano. Concluindo assim que 25% se aproximam da forma ideal, e cerca de 26% dos fragmentos se encontram em estado crítico (não se encontram na forma geométrica ideal para sua conservação e permanência). No estudo realizado por Silva et al. (2013), no Monumento Natural Grota do Angico em Sergipe, constatou baixo valor de circularidade (0,17), que revela um valor insatisfatório para manutenção da biodiversidade.

TABELA 5- Números de fragmentos para cada classe de Índice de Circularidade (IC)

Classes de IC	Números de fragmentos	%
< 0,25	406	1,54
0,25 – 0,5	6482	24,44
0,5 – 0,75	6631	25
> 0,75	13000	49,02

A Figura 9 nos permite fazer algumas observações sobre a relação dos remanescentes florestais e o relevo. Os fragmentos que se encontram em regiões de maior elevação se apresentam com maior nível de conservação ao contrário dos fragmentos de áreas menos declivosas e de fácil acesso, o que facilita a sua exploração, e consequentemente a degradação dos mesmos. Para a comprovação utilizamos o Índice de Nicho (TIN), que nos dá a variação topográfica do terreno, e que se mostrou bastante relevante e eficiente.

Quanto maior o valor do TIN mais conservado se encontram os fragmentos. Observando a figura 9 podemos ver que as áreas com coloração mais próximo do preto são as áreas onde se encontram os fragmentos mais conservados, no entanto, corresponde a uma região muito pequena. Os fragmentos que se apresentam susceptíveis a degradação estão distribuído de forma isolada na região semiárida e se enquadram nas menores classes do TIN. Esses resultados são bastante preocupantes, pois esses fragmentos estão bastante susceptíveis á ações de degradação.

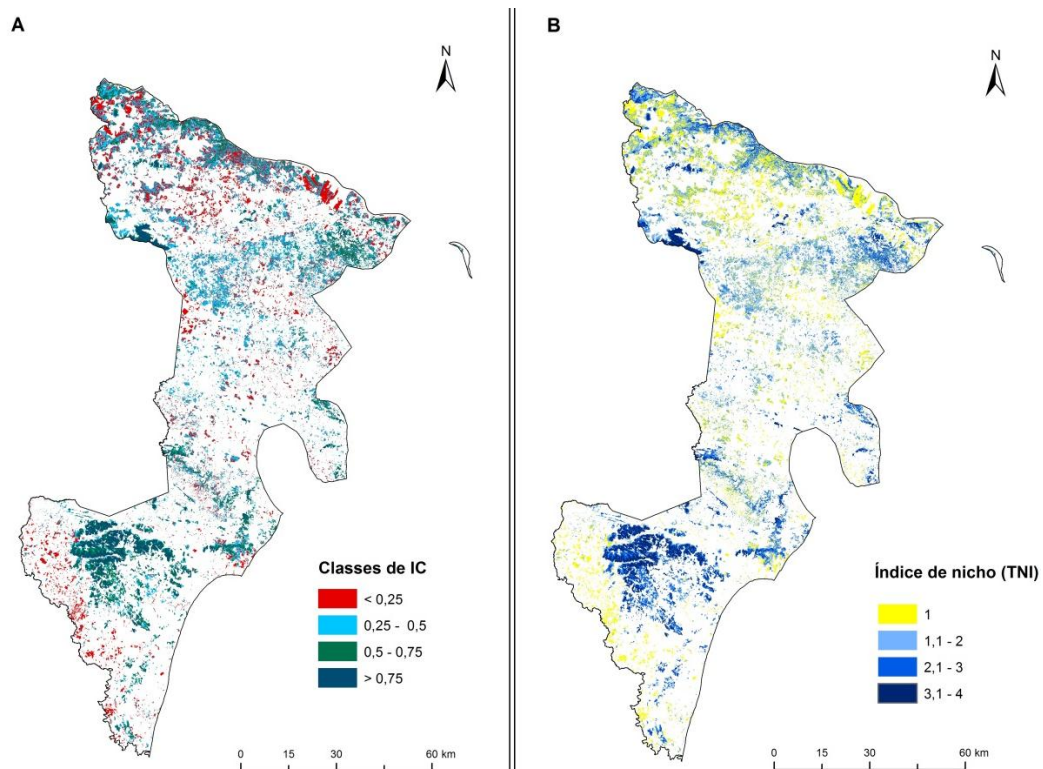


FIGURA 9- Classes de IC e a relação da declividade com os fragmentos e seus formatos geométricos

O monitoramento do Bioma Caatinga com imagem de satélite de alta resolução espacial torna-se uma ferramenta prioritária, pois os órgãos públicos terão em mãos informações acerca do desmatamento, suas causas e consequências. Desta maneira, terão subsídios para gerar ações para reduzir a taxa de desmatamento.

5. CONCLUSÕES

O monitoramento dos fragmentos de Caatinga através de sensores do satélite RapidEye se mostrou bastante eficiente, pois a imagem de alta resolução permitiu melhor identificação dos fragmentos.

O Bioma Caatinga sergipano encontra-se em alto nível de fragmentação, em sua maioria com fragmento possuindo áreas inferiores a cinco hectares. Os fragmentos se encontram distribuídos de forma isolada.

Os municípios de Tobias Barreto e Gararu são os que mais possuem remanescentes florestais de Caatinga.

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco inserida no semiárido sergipano foi a que apresentou maior valor de remanescentes florestais de Caatinga.

Maior parte dos fragmentos apresentaram valores do índice de circularidade ideal para manutenção e conservação da biodiversidade, estando deste modo, menos susceptíveis a ações de degradação.

O Índice de Nicho demonstrou que os fragmentos mais conservados estão distribuídos nos locais de maior altitude e declividade da região semiárida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. J. A.. Geocologia da Caatinga no semiárido do Nordeste brasileiro. CLIMEP. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 58-71, 2007.

ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R. T. ; ANDRADE, A. P. de ; PARENTE, H. N. ; ALENCAR, M. L. S.. Caracterização do sistema de exploração da caatinga em São João do Cariri - PB. **Geografia**, v. 19, p. 175/2-189, 2010.

ARAÚJO D. R, SILVA P. C. M, DIAS N. S, LIRA D. L. C.. Estudo da área de preservação permanente do rio Mossoró no sítio urbano de Mossoró-RN por meio de técnicas de geoprocessamento. **Revista Caatinga**, v. 25(2), p 177-183, 2012.

ARAÚJO, F. T. V.; NUNES, A. B. A; SOUZA FILHO, F. A.. Desertificação e pobreza: existe um equilíbrio de baixo nível?. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, p. 106-119, 2014.

ALVAREZ, I, A.; OLIVEIRA, U. R.; MATIOS, P. P. DE; et al. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Dados eletrônicos- **Embrapa Florestas**, p. 243, 2012.

BALBINOT, R.; KAMINSKI, N. de O. ; VANZETTO, S. C. ; PEDROSO, K. ; VALÉRIO, A. F.. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência. Unicentro**, v. 4, p. 131-149, 2008.

BRASIL, MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2011.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S.S.; GONÇALVES, D. A.. Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do Rio Araguaia na savana brasileira. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, p. 675-690, 2010.

CARVALHO, T. B.; SANTOS, R. B.; PEIXOTO, J. S.. **Uso e ocupação do solo na Bacia hidrográfica do Rio Jacaré, Sergipe**. in: 2º congresso internacional RESAG, 2015, Aracaju. Gestão da Água e Monitoramento Ambiental, v. 2. 2015.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E. ; BUSATO, L. C.. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, p. 871-880, 2010.

COELHO, V. H. R. ; MONTENEGRO, S. M. G. L. ; ALMEIDA, C. N. ; LIMA, E. R. V. ; RIBEIRO NETO, A. ; MOURA, G. S. S.. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 64-72, 2014.

CRÓSTA, A. P.. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP:IG/Unicamp, p. 170,1992.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B. DA; CHAVES, I. DE B.. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539–548, 2012.

DAVID, H. C.; GILSON, F. DA S.; JOSÉ, E. M. P.; SYLVIO, P. N; LEONARDO, B. P.; EMANUEL, J. G. DE A.; ALLAN, L. P.. Quantification and conservation status of forest fragments in part of Brazilian Atlantic Forest. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 740-749, 2017.

DIAS, L. F.; LOBAO, J. S. B. ; MACHADO, R. A. S.. **Mapeamento do uso e ocupação do solo do município de Feira de Santana, Bahia**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu, PR. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 7398-7405. 2013.

FERNANDES, M. R. DE M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. DE; FERNANDES, M. M.. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **FLORAM - Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 472-482, 2015.

FERNANDES, M. R. M.; FERNANDES, M. M. ; ALMEIDA, A. Q. ; GONZAGA, M. I. S.; GONCALVES, F. G.. Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-9, 2017.

FITZ, P. R.; Geoprocessamento sem complicação. **Oficina de Textos**, 160p. 2008.

GOUVEIA, R. G. L; GALVANI, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; SANTOS, A. L.. Analysis of landscape quality in the Quima-pé river basin, Mato Grosso. **Floresta**, v. 45, 2015.

GUIMARÃES, C. C. B.; VALLADARES, G. S. ; MARTINS, C. M.. Uso da Terra e Declividade no Sertão Central do Ceará, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 24, p. 03-18, 2016.

IBAMA. Centro de Sensoriamento Remoto. **Relatório Técnico de Monitoramento do Bioma Caatinga-2002 a 2008**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tcnico_caatinga_72.pdf>. Acessado em: 8/02/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em <

https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_dtb_int.shtm:>Acessado em: 20/08/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções básicas de cartografia.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html> Acesso em: 20/09/2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. **Nordeste mapeia desmatamento da Caatinga.** Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3895>. Acessado em: 12/08/2017.

LEMOS, J. J. S.. **Desertificação e Pobreza no Semiárido do Nordeste.** , 2000.

MAIA, G. N.. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D & Z Computação, 413p. 2004.

METZGER, J. P.. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotropica**, Campinas, SP, v. 1, n.1/2, p. 1-9, 2001.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Caatinga: conhecimentos e descobertas sobre um bioma brasileiro.** 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/folder_caatinga_verso_site_203.pdf>. Acessado: 20/07/2017.

Ministerio do Meio Ambiente-MMA. **Caatinga.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acessado: 22/07/2017.

Ministerio do Meio Ambiente- MMA. **Manejo Sustentável dos recursos florestais da Caatinga** 2008. Disponível em: <

http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/arte_guia_de_manejo_203.pdf>

Acessado em 27/07/2017.

RODRIGUES, J. O. ; ANDRADE, E. M. ; MENDONCA, L. A. R. ; ARAÚJO, J. C. DE ; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAUJO, E. M.. Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 312-318, 2013.

Rede de Manejo Florestal da Caatinga. **Implementação de Planos de manejo florestais na Chapada do Araripe**. Disponível em < <http://www.rmfc.cnip.org.br/>>. Acessado em 11/08/2017.

SANTOS, S. C. de J.; GOMES, L. J.. Consumo e procedência de lenha pelos estabelecimentos comerciais de Aracaju-SE. **Revista da FAPES de Pesquisa e Extensão**, v. 5, p. 155-164, 2009.

SANTOS, W. A.; CRUZ, J. F. ; ALMEIDA, A. Q. ; SANTOS, R. B. ; LOUREIRO, D. C. . Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Amazonian Journal Of Agricultural And Environmental Sciences / Revista De Ciências Agrárias**, v. 60, p. 19-24, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS - SEMARH. **Biodiversidade e floresta** disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br/biodiversidade/modules/tinyd0/index.php?id=11>> Acessado em 20/06/2017.

SERGIPE. **Diagnóstico florestal de Sergipe**. 1 ed. Aracajú, SE: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 200p. 2012.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B. A.; GIONGO, P. G.; SILVA, A. O.. Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semiárido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 195-205, 2009.

SILVA, A. C. C.. Monumento Natural Grota do Angico: **florística, estrutura da comunidade, aspectos autoecológicos e conservação**. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 2011.

SILVA, A. C. C. ; PRATA, A. P. DO N.; SOUTO, LEANDRO SOUSA; MELLO, A. A. DE .. Aspectos de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe. **Revista Árvore** (Impresso), v. 37, p. 479-490, 2013.

SILVA, V. A.; MOREAU, M. S.; MOREAU, A. M. S.; REGO, N. A. C.. Uso da terra e perda de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 310- 315, 2011.

SILVA, E. A.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SÁ, I. B.; DUARTE, S. M. A.. Dinâmica do uso e cobertura da terra do município de Floresta - PE. **Floresta**, v. 43, p. 611-620, 2013.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M.. **Spatial patterns of forest fragmentation in the Flona Ibura** - Sergipe. Mercator, Fortaleza, v. 13, n.3, p. 121-137, 2014.

SILVA, R. M. P.; LIMA, J. R.; MENDONÇA, I .F. C.. Alteração da cobertura vegetal na Sub-Bacia do Rio Espinharas de 2000 a 2010. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 202–209, 2014.

SOUZA, G. C.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.. Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V.. **Caatinga e desertificação**. Mercator (Fortaleza. Online), v. 14, p. 131-150, 2015.

TONG, X.; WANG, K.; BRANDT, M.; YUE, Y.; LIAO, C., FENSHOLT, R.. **Assessing Future Vegetation Trends and Restoration Prospects in the Karst Regions of Southwest China**. Remote Sens. 2016.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V.. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF v. 12, n. 32, p. 25-42. Dezembro, 1998. Disponível em< <http://www.ipef.br/publicacoes/tecnica/nr32/cap03.pdf>.> Acessado em 14/08/2017.